

GP 29979 (4)

(51)

Int. Cl.:

B 21 c, 37/20

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



(52)

Deutsche Kl.: 7 b, 37/20

(10)

(11)

(21)

(22)

(43)

Offenlegungsschrift 2 320 125

Aktenzeichen: P 23 20 125.4-14

Anmeldetag: 19. April 1973

Offenlegungstag: 24. Oktober 1974

Ausstellungspriorität: —

(30)

Unionspriorität

(32)

Datum: —

(33)

Land: —

(31)

Aktenzeichen: —

(54)

Bezeichnung: Verfahren zur Herstellung einer Rohreinheit

(61)

Zusatz zu: —

(62)

Ausscheidung aus: —

(71)

Anmelder: Spiral Tubing Corp., New Britain, Conn. (V.St.A.)

Vertreter gem. § 16 PatG: Splanemann, R., Dipl.-Ing.;
Reitzner, B., Dipl.-Chem. Dr., Pat.-Anwälte, 8000 München;
Richter, J., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 2000 Hamburg

(72)

Als Erfinder benannt: D'Onofrio, Mario L., Hartford, Conn. (V.St.A.)

Prüfungsantrag gemäß § 28 b PatG ist gestellt

DT 2 320 125

2320125

Dipl.-Ing. R. SPLANEMANN
MÜNCHEN

DIPL.-CHEM. DR. B. REITZNER

DIPL-ING. J. RICHTER

H A M B U R G

8000 MUNCHEN 2 19. April 1973

Tafel 13

Telefon (0811) 22 62 07 / 22 62 09

Telegramme: Inventius München

Unsere Akte: 4482-I-8217

Ihr Zeichen:

Verfahren zur Herstellung einer Rohreinheit

Die Aufgabe besteht darin, mehrere Rohre auf einfache Weise koaxial ineinander so zu halten, daß ein guter Wärmeaustausch zwischen mehreren durch die Rohre oder an ihnen entlang fließenden Strömungsmitteln stattfinden kann. Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 gekennzeichneten Verfahrensschritte gelöst.

409843/0219

In einer nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Rohreinheit ist das innere von zwei konzentrischen Rohren gewellt und besteht aus radial nach außen gerichteten Rücken, die an der inneren Oberfläche des äußeren Rohres anliegen und so die beiden Rohre mechanisch fest aneinanderschließen. Das hat die vorteilhafte Wirkung, daß nicht nur eine Anzahl schraubenförmig verlaufender Kanäle zwischen dem ersten und dem zweiten Rohr, sondern auch schraubenförmig verlaufende Rücken und Rinnen an der inneren Oberfläche des inneren Rohres entstehen, so daß der durch den Innenraum des inneren Rohres gebildete Durchlaß die Turbulenz des durchfließenden Strömungsmittels fördert. Es bewirkt auch, daß sowohl die innere als auch die äußere Oberfläche des inneren Rohres vergrößert und damit der Wärmeübergang durch die Wand des inneren Rohres und zwischen den durch das innere Rohr und durch die zwischen dem inneren und dem äußeren Rohr gebildeten schraubenförmigen Kanäle fließenden Strömungsmitteln begünstigt wird.

Bei der Herstellung der erfindungsgemäßen Rohreinheit wird ein Dorn durch das innere Rohr gesteckt, bevor dieses einem tordierenden Drehmomentpaar unterworfen wird, so daß das radial nach innen gerichtete Anwachsen der radial nach innen vorstehenden Rücken begrenzt wird. Durch genaue Auswahl der Durchmesser und der Dicken der Rohre und des Durchmessers des Dornes kann die Form der in das innere Rohr eingeformten schraubenförmig verlaufenden Wellen verhältnismäßig genau gesteuert werden und - sofern dies erwünscht ist - können die Rinnen in der äußeren Oberfläche des inneren Rohres so ausgebildet werden, daß sie flache Böden von nennenswerter axialer Länge bekommen, so daß die zwischen dem inneren und dem äußeren Rohr gebildeten schraubenförmig verlaufenden Kanäle verhältnismäßig große Querschnitte erhalten, was einen verhältnismäßig hohen Durchsatz bei minimalem Druckabfall erlaubt.

Sofern gewünscht, kann erfindungsgemäß ein drittes Rohr verwendet werden, welches das äußere Rohr der ursprünglichen Zweirohreinheit umgibt und so tordiert wird, daß sich schraubenförmig verlaufende Wellen bilden mit radial nach innen stehenden Rücken, die sich gegen die äußere Oberfläche des äußeren Rohres der ursprünglichen Einheit legen und dabei eine Einheit bilden, die zwei Gruppen verschiedener schraubenförmig verlaufender Kanäle sowie auch einen schraubenförmigen Durchlaß durch das innerste Rohr aufweist.

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung erläutert. Im einzelnen zeigt

- Fig. 1 eine in verschiedenen Längsbereichen verschieden aufgeschnittene Außenansicht einer nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Rohreinheit,
- Fig. 2 einen Querschnitt nach der Schnittlinie 2-2 der Fig. 1,
- Fig. 3 eine in verschiedenen Längsbereichen verschieden aufgeschnittene Außenansicht einer nach einem weiteren Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens hergestellten Rohreinheit,
- Fig. 4 eine in verschiedenen Längsbereichen verschieden aufgeschnittene Außenansicht einer nach einem abermals anderen Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens hergestellten Rohreinheit,
- Fig. 5 ist eine Seitenansicht einer Ausführungsform einer Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Herstellen einer Rohreinheit,
- Fig. 6 ein Längsschnitt durch eine Anordnung, welche zeigt, wie die beiden Rohre vor dem Torsionsvorgang zusammengefügt sind,

Fig. 7 eine ähnliche Darstellung wie Fig. 6, die jedoch zeigt, welche relativen Stellungen die Rohre und der Dorn zu einem Zeitpunkt während des Torsionsvorganges einnehmen,

Fig. 8 ist eine vergrößerte räumliche Darstellung eines Endstücks des inneren Rohres gemäß Fig. 6, welche die vor dem Torsionsvorgang angebrachten Einprägungen dieses Rohres zeigt,

Fig. 9 ist eine ähnliche Darstellung wie Fig. 6, die jedoch zeigt, wie Rohre angeordnet sind, bevor ein drittes Rohr auf die äußere Oberfläche des Rohres größeren Durchmessers gemäß Fig. 6 aufgetordiert wird, um so eine Dreirohreinheit herzustellen.

In den Figuren 1 bis 4 der Zeichnung sind einige unterschiedliche Rohreinheiten gezeigt, die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt sind, und die Figuren 5 bis 9 beziehen sich auf das Verfahren selbst. Wie unten in Verbindung mit den Figuren 1 bis 4 näher erläutert, besteht eine die Erfindung verkörpernde Rohreinheit aus zwei oder mehr konzentrischen Rohren, von denen mindestens eines schraubenförmig gewellt ist. Jedes dieser Rohre besteht vorzugsweise aus Metall. Es können abhängig von der Natur und von der Temperatur des durchzuleitenden Strömungsmittels und aus verschiedenen anderen Erwägungen in der Rohreinheit auch mehrere verschiedene Metalle benutzt werden. Im allgemeinen werden die Rohre aus Kupfer, Aluminium oder rostfreiem Stahl hergestellt, jedoch ist die Erfindung auf diese speziell genannten Metalle nicht beschränkt.

Fig. 1 zeigt eine insgesamt mit 10 bezeichnete Rohreinheit, die aus einem ersten Rohr 12 und einem zweiten Rohr 14 besteht. Das Rohr 12 hat im wesentlichen eine kreiszylindrische Gestalt, so daß Durchmesser und Querschnittsform über die ganze Länge konstant sind. Das zweite Rohr 14 hat zwei Endbereiche 16,

welche beide über die benachbarten Enden des ersten Rohres 12 hinausragen und ebenfalls entlang ihres ganzen Längenbereichs einen konstanten Durchmesser und eine gleichbleibende Querschnittsform haben. Zwischen den beiden Endbereichen 16 und innerhalb des Rohres 12 weist das Rohr 14 einen Bereich mit schraubenförmig verlaufenden Wellen auf, die auf der äußeren Oberfläche des Rohres 14 eine Anzahl radial nach außen stehender sich längs einer schraubenförmigen Bahn erstreckender Wellenrücken 18 und eine entsprechende Anzahl schraubenförmiger flacher Rinnen 20 bilden. Komplementär zu den Rücken und Rinnen an der äußeren Oberfläche weist das Rohr 14 auf seiner inneren Oberfläche eine Mehrzahl schraubenförmig verlaufender Rinnen 22 und sich radial nach innen erstreckender schraubenförmig verlaufender abgeflachter Rücken 24 auf. Die radial nach außen stehenden schraubenförmigen Rücken 18 an der äußeren Oberfläche des Rohres 14 liegen an der inneren Oberfläche 26 des Rohres 12 eng an und verbinden dadurch die beiden Rohre 12 und 14 in dieser Stellung miteinander. Außerdem bildet sich durch die enge Anlage der Rücken 18 an der inneren Oberfläche des Rohres 12 eine Anzahl schraubenförmig verlaufender Kanäle 28 zwischen den beiden Rohren 12 und 14. Wenn somit ein Strömungsmittel an einem Ende des Rohres 12 eingeleitet wird, so ist es im Verlauf seiner Strömung zum anderen Ende hin gezwungen, durch die schraubenförmig verlaufenden Kanäle zu fließen, wobei es verwirbelt und zum Wärmeaustausch in guten Kontakt mit der äußeren Oberfläche des Rohres 14 gebracht wird.

Die Anzahl der zwischen den beiden Rohren gebildeten schraubenförmig verlaufenden Kanäle kann verschieden sein in Abhängigkeit von der Anzahl der in das Rohr 14 eingeformten getrennten fortlaufenden schraubenförmigen Rücken 18. Im allgemeinen ist das Rohr 14 so geformt, daß sich zwei, drei oder vier solcher fortlaufender Rücken über seine Länge erstrecken, welche dementsprechend zwei, drei oder vier

schraubenförmig verlaufende Kanäle zwischen den beiden Rohren bilden. Wie am besten aus Fig. 2 ersichtlich, umfaßt die Rohreinheit nach Fig. 1 drei fortlaufende Rücken 18 und bildet somit drei schraubenförmig verlaufende Kanäle 28 zwischen den beiden Rohren.

Die Querschnittsform der Kanäle 28 kann durch Änderung der Querschnittsform der Rinnen 20 im Rohr 14 geändert werden. Vorzugsweise sind die Rinnen 20 so geformt, daß sie einen im wesentlichen flachen Boden mit einer gewissen axialen Länge haben, wie dies in Fig. 1 gezeigt ist. Dabei ist es besonders vorzuziehen, die Länge des flachen Bodens jeder Rinne 24 im Längsschnitt nennenswert größer zu machen als die Länge des Rückens 18, der zwischen je zwei flachen Rinnenböden liegt. Dies verschafft jedem Kanal 28 einen beträchtlichen Querschnitt, der es erlaubt, daß das Strömungsmittel mit einem beträchtlichen Volumen je Zeiteinheit und mit einem minimalen Druckabfall durchfließt.

In der Rohreinheit 10 nach Fig. 1 hat das erste Rohr 12 eine im wesentlichen kreiszylindrische Gestalt, und sofern es je verformt ist, läuft diese Verformung lediglich auf eine leichte Abweichung von der kreiszylindrischen Form hinaus. Eine solche Rohreinheit ist oft anwendbar in Fällen, in denen z.B. ein Wärmeübergang nur zwischen einem durch die schraubenförmigen Kanäle 28 fließenden Strömungsmittel und einem anderen durch das Rohr 14 fließenden Strömungsmittel gewünscht ist. In anderen Fällen kann auch ein Wärmeübergang zwischen dem durch die schraubenförmigen Kanäle 28 und einem anderen, an der äußeren Oberfläche des äußeren Rohres 12 entlang fließenden Strömungsmittel verlangt sein. In einem solchen Fall kann es wünschenswert sein, auch das äußere Rohr 12 so zu verformen, daß es eine größere Oberfläche zum Wärmeübergang bekommt, und dieser Oberfläche eine unregelmäßige Gestalt zu geben, welche der Strömungsturbulenz förderlich ist. Eine solche Rohreinheit ist in Fig. 3

dargestellt und insgesamt mit 30 bezeichnet. Bei dieser Rohreinheit 30 sind mit Ausnahme des äußeren Rohres, welches eine gewellte Form hat, die einzelnen Teile ähnlich den entsprechenden Teilen der Rohreinheit 10 gemäß Fig. 1, wobei in Fig. 3 diese Teile mit den gleichen, jedoch apostrophierten Bezugszeichen versehen sind.

Mit Bezug auf Fig. 3 ist festzuhalten, daß das äußere Rohr 12' radial nach außen stehende schraubenförmige Wellenrücken 32 an seiner äußeren Oberfläche und entsprechende sich radial nach außen erstreckende schraubenförmige Rinnen 34 an seiner inneren Oberfläche aufweist, wobei die Rinnen 34 die äußeren Erhebungen der schraubenförmigen Rücken 18' der äußeren Oberfläche des inneren Rohres 14' passend aufnehmen. Der Formschluß zwischen den Rücken 18' und den Rinnen 34 dient dabei einem noch sichereren Zusammenschluß zwischen den beiden ineinandergreifenden Rohren. Wie aus dem Nachstehenden noch deutlicher hervorgeht, werden die schraubenförmigen Rücken 32 und Rinnen 34 des Rohres 12' praktisch von den Rücken 18' des Rohres 14' geformt, während das Rohr 14' bei der Herstellung der Rohreinheit 30 gedreht wird, um seine Wellen einzuförmigen. Durch genaue Auswahl der Wandstärken der beiden Rohre und der Durchmesser der beiden Rohre und des Dornes kann das äußere Rohr wie gewünscht in unterschiedlichem Maße kontrolliert deformiert werden.

Fig. 4 zeigt eine Rohreinheit, die insgesamt mit 38 bezeichnet und der Rohreinheit 10 nach Fig. 1 ähnlich ist mit Ausnahme davon, daß sie ein drittes Rohr 40 beinhaltet, welches das Rohr 12 nach Fig. 1 umgibt. Das Rohr 40 ist gewellt und weist an seiner inneren Oberfläche radial nach innen stehende Rücken 42 auf, die an der äußeren Oberfläche des Rohres 12 anliegen und einen Reibschluß zwischen dem Rohr 40 und dem Rohr 12 bilden, wobei mehrere schraubenförmig verlaufende Kanäle 43 zwischen diesen beiden Rohren entstehen. Im Falle der Rohreinheit 38 kann daher ein erstes Strömungsmittel

durch das innere Rohr 14, ein zweites Strömungsmittel durch die schraubenförmig verlaufenden Kanäle zwischen den beiden Rohren 12 und 14, ein drittes Strömungsmittel durch die schraubenförmig verlaufenden Kanäle zwischen den Rohren 40 und 12 und schließlich ein viertes Strömungsmittel an der äußeren Oberfläche des äußeren Rohres 40 entlang geleitet werden. Natürlich können in einer Anlage, bei der die Einheit 38 benutzt wird, zwei oder mehrere durch die Einheit oder an dieser entlang fließende Strömungen zusammengefaßt und gewünschtenfalls als eine Strömung behandelt werden.

Fig. 5 zeigt eine Ausführungsform einer Vorrichtung, die zur Herstellung einer Rohreinheit gemäß vorliegender Erfindung benutzt werden kann. Diese Vorrichtung besteht aus einem Bett 44 und einem Reitstock 46, der längsverschiebbar auf dem Bett angeordnet ist. Ein feststehender Spindelstock 48 weist ein angetriebenes Futter 50 auf, das mit einem anderen vom Spindelstock getragenen nicht drehbaren Futter 52 zusammenwirkt. Auf dem Bett 44 sitzt ein Hydraulikzylinder 54 mit einer Stange 56, die mit dem Reitstock 46 verbunden ist, um diesem zum Spindelstock hin oder von diesem weg zu bewegen. Während eines Torsionsvorganges treibt der Zylinder 54 den Reitstock zum Spindelstock hin und steuert die Bildung der Wellen in dem zu bearbeitenden Rohr. Hierzu sind geeignete hydraulische Steuervorrichtungen vorgesehen, die nicht zum Gegenstand dieser Erfindung gehören und die z.T. angedeutet und in Fig. 5 mit 58 bezeichnet sind.

Fig. 6 zeigt die Art, in der zwei Rohre und ein Dorn in der Vorrichtung nach Fig. 5 zu Beginn des die Wellen bildenden Vorganges, der eine Rohreinheit wie die Einheit 10 gemäß Fig. 1 zum Ziele hat, relativ zueinander angeordnet sind. Gemäß dieser Figur ist das innere Rohr 14 in seinem anfänglichen, noch nicht verformten Zustand zwischen die beiden Futter 50 und 52 eingefügt, die es an seinen äußeren Enden erfassen. Ein Dorn 60 mit einem äußeren Durchmesser,

der nennenswert kleiner als der Innendurchmesser des noch nicht verformten Rohres 14 ist, ist in das Rohr 14 eingefügt und wird vorzugsweise mittels zweier Zentrierhülsen 62 bezüglich des Rohres in einer coaxialen Stellung gehalten, wobei der Dorn in Längsrichtung mindestens bezüglich der linken Hülse 62 längsverschiebbar ist. Die Zentrierhülsen 62 sind jedoch nicht unabdingbar notwendig, da, sobald der Drehvorgang stattfindet, die aus dem Rohr 14 gebildeten und an dem Dorn anliegenden Wellen im allgemeinen einen selbstzentrierenden Einfluß auf den Dorn haben. Daher kann in manchen Fällen der Dorn vor dem Beginn des Torsionsvorganges gewünschtenfalls einfach lose in das Rohr 14 eingelegt werden. Das äußere Rohr 12 wird über das Rohr 14 geschoben und nahe dem einen der beiden Futter angeordnet, welches während des Drehvorganges die Bildung der Wellen verursacht, und dies ist in Fig. 5 das rechte Futter. Das Rohr 12 kann, bevor der Torsionsvorgang beginnt, gewünschtenfalls mit Hilfe einer Zentriervorrichtung in coaxialer Lage bezüglich des Rohres 14 gehalten werden, jedoch ist dies nicht unbedingt notwendig, da, wenn die Wellen im Rohr 14 eingeformt sind, ihre Berührung mit der inneren Oberfläche des Rohres 12 einen selbstzentrierenden Einfluß auf das Rohr 12 ausübt.

Es ist auch darauf hinzuweisen, daß vor Beginn des Torsionsvorganges das zu verformende Rohr vorzugsweise eine Anzahl Einprägungen in der Nähe des einen Rohrendes aufweist, die als Anfang für die während des Torsionsvorganges in die äußere Oberfläche des Rohres einzuformenden Rinnen bilden. Die Anzahl der vorgesehenen Einprägungen bestimmt die Anzahl der fortlaufenden Rinnen, die während des Tordierens in das Rohr eingeformt werden, und vorzugsweise ist jede Einprägung langgestreckt und so gelegt, daß sie im wesentlichen der Bahn der von ihr ausgehenden und später zu formenden Rinne entspricht. Fig. 8 zeigt bei 64 verschiedene solcher in das Rohr 14 eingeformter Einprägungen.

Nachdem die Rohre und der Dorn mit den Futter 50 und 52 wie in Fig. 5 gezeigt zusammengefügt sind, wird das Futter 50 gegenüber dem feststehenden Futter 52 gedreht, um so das Rohr 14 zu tordieren, und solange dieser Torsionsvorgang stattfindet, verformt sich das Rohr in schraubenförmig verlaufende Wellen, wobei die so geformten schraubenförmigen Rücken und Rinnen an den ursprünglichen Einprägungen 64 beginnend zum Futter 50 hin stetig fortschreiten, wenn das Futter 50 rotiert. Diese Verformung des Rohres 14 bewirkt die Auswölbung der schraubenförmigen Rücken 18 an der äußeren Oberfläche des Rohres 14 und eine nach innen gerichtete Auswölbung der Rücken 24 an der inneren Oberfläche des Rohres. Das radial nach außen gerichtete Anwachsen der nach außen stehenden Rücken 18 wird begrenzt durch die Anlage dieser Rücken an der inneren Oberfläche des äußeren Rohres 12, und das radial nach innen gerichtete Anwachsen der nach innen gerichteten Rücken 24 wird begrenzt durch die Anlage derselben an der äußeren Oberfläche des Dornes 60, wobei durch die Auswahl des Durchmessers des Dornes die axiale Länge der Rinnen 20 mit flachem Boden genau bestimmt werden kann.

Nach Abschluß des Torsionsvorganges und als ein Ergebnis der tordierenden Behandlung ist das äußere Rohr 12 in seiner Lage bezüglich des inneren Rohres 14 befestigt infolge der engen Anlage der Rücken 18 des inneren Rohres an der inneren Oberfläche des äußeren Rohres. Ebenso wird der Dorn von den nach innen ragenden Rücken 24 des inneren Rohres fest erfaßt. Bevor der Dorn und die Rohreinheit aus der Drehvorrichtung herausgenommen werden, wird die Klemmung des Dornes vorzugsweise durch leichtes entgegengesetztes Tordieren des Rohres 14 gelöst, indem das drehbare Futter 50 um einen kleinen Winkel in der entgegengesetzten Richtung gedreht wird. Das löst den Dorn und ermöglicht es, ihn leichter aus der Rohreinheit herauszuziehen, nachdem diese den Futter 50 und 52 entnommen ist.

Zur Herstellung einer Dreirohreinheit, wie die Einheit 38 in Fig. 4, wird zusätzlich das äußere Rohr 40 verwendet und mit dem Rohr 12 dadurch vereinigt, daß das äußere Rohr 40 tordiert und das Rohr 12 im Sinne eines Dornes verwendet wird. Dieses Wellen des äußeren Rohres 40 und seine gleichzeitige Verbindung mit dem Rohr 12 kann durchgeführt werden entweder bevor oder nachdem das innere Rohr 14 gewellt und mit dem Rohr 12 verbunden ist, vorzugsweise wird jedoch das äußere Rohr 40 erst nach dem Tordieren des inneren Rohres 14 tordiert. Fig. 9 zeigt beispielsweise ein äußeres Rohr 40 in seinem ursprünglichen, noch nicht verformten Zustand und mit einem Rohr 12 zusammengefügt, welches schon ein mit diesem verbundenes gewelltes inneres Rohr 14 enthält. Das Rohr 40 ist in den Futter 50 und 52 gehalten, und das Rohr 14 ist innerhalb des Rohres 40 angeordnet und mittels zweier zentrierender Hülsen 66 in einer konzentrischen Lage gegenüber diesem gehalten. An einem Ende des Rohres 40 sind geeignete Einprägungen eingeformt. Nun wird das Futter 50 gegenüber dem Futter 52 gedreht, um das Rohr 40 in Wellen zu legen und es dadurch mit dem Rohr 12 zu verbinden und die in Fig. 4 dargestellte komplette Dreirohreinheit zu schaffen.

Ansprüche

A n s p r ü c h e

1. Verfahren zur Herstellung einer Rohreinheit, dadurch gekennzeichnet, daß, ausgehend von einem ersten Rohr (12), einem zweiten Rohr (14) mit einem nennenswert kleineren Außendurchmesser als der Innendurchmesser des ersten Rohres und einem Dorn (60) mit einem nennenswert kleineren Außendurchmesser als der Innendurchmesser des zweiten Rohres, das erste und zweite Rohr und der Dorn so zusammengefügt werden, daß der Dorn sich durch das zweite Rohr und das zweite Rohr sich durch das erste Rohr erstreckt, daß danach das zweite Rohr (14) mittels eines an zwei Punkten seiner Länge angreifenden Drehmomentpaares tordiert wird, um dadurch schraubenförmig verlaufende Wellen einzuformen, die erste Rücken (18) an der äußeren Oberfläche des zweiten Rohres und zweite Rücken (24) an der inneren Oberfläche des zweiten Rohres bilden, daß das radial nach außen gerichtete Anwachsen der ersten Rücken (18) während des Tordierens begrenzt ist durch deren Anlage an der inneren Oberfläche des ersten Rohres und daß das radial nach innen gerichtete Anwachsen der zweiten Rücken (24) während der Verdrehung begrenzt ist durch deren Anlage an der äußeren Oberfläche des Dornes (60).

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Anzahl über den Umfang verteilter Einprägungen (64) an einem Endbereich in das zweite Rohr (14) eingeformt werden, wobei alle Einprägungen im wesentlichen den gleichen Abstand vom Rohrende haben, daß diese Einprägungen vor dem Tordieren des zweiten Rohres angebracht werden, so daß sie als Ausgangspunkte für schraubenförmige Rinnen dienen, die während des Tordierens in die äußere Oberfläche des zweiten Rohres eingeformt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Rohr (14) nach dem Tordieren in entgegengesetzter Richtung tordiert wird, um das zweite Rohr von der festen Verklammerung mit dem Dorn (60) zu lösen, und daß danach der Dorn aus dem zweiten Rohr herausgezogen wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein drittes Rohr (40) mit einem größeren Innendurchmesser als der Außendurchmesser des ersten Rohres (12) über das erste Rohr geschoben wird, daß das dritte Rohr mittels eines an zwei Punkten seiner Länge angreifenden Drehmomentpaares tordiert wird, um dadurch schraubenförmig verlaufende Wellen einzuformen, die Rücken (42) an seiner inneren Oberfläche bilden, und daß das radial nach innen gerichtete Anwachsen der Rücken (42) während des Tordierens begrenzt wird durch deren Anlage an der äußeren Oberfläche des ersten Rohres (12).

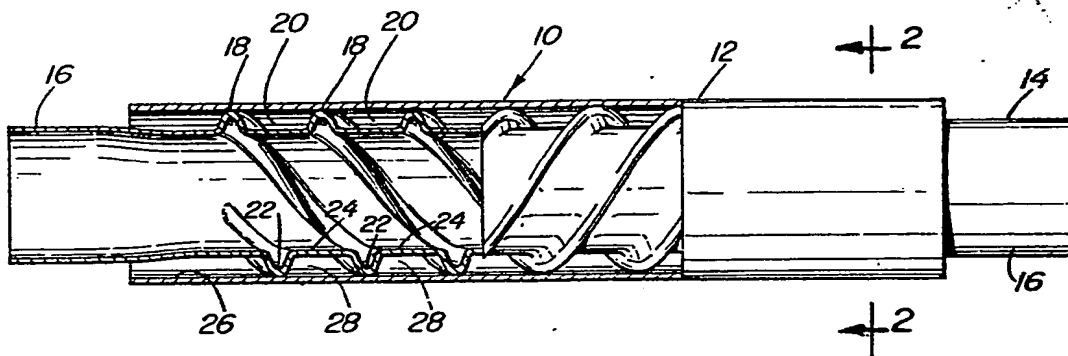


Fig. 1

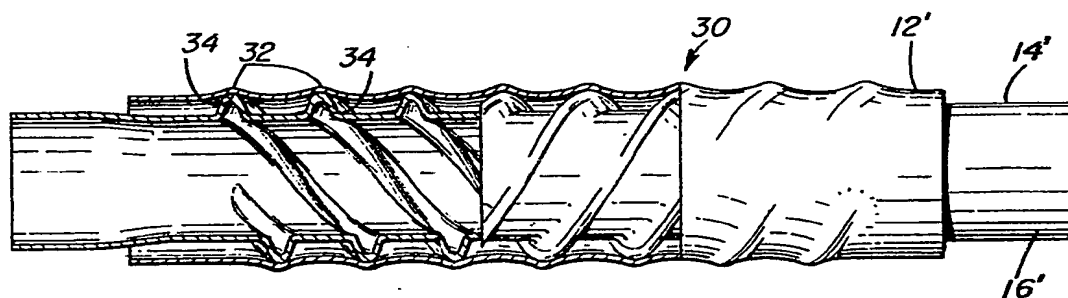


Fig. 3

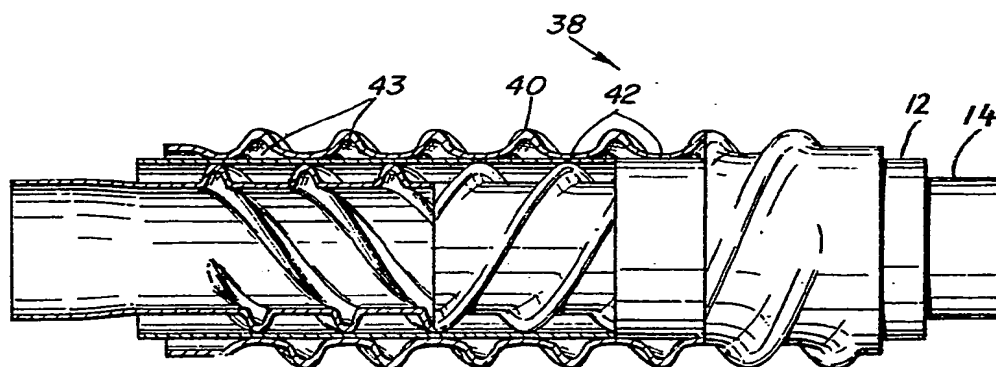


Fig. 4

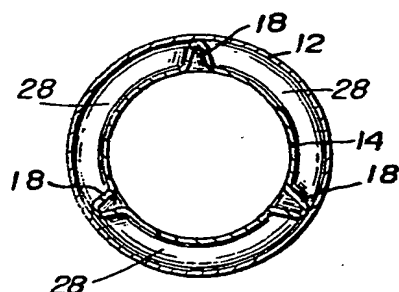


Fig. 2

2320125

